

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-034287

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.CI. G10L 15/18

(21)Application number : 11-202307 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

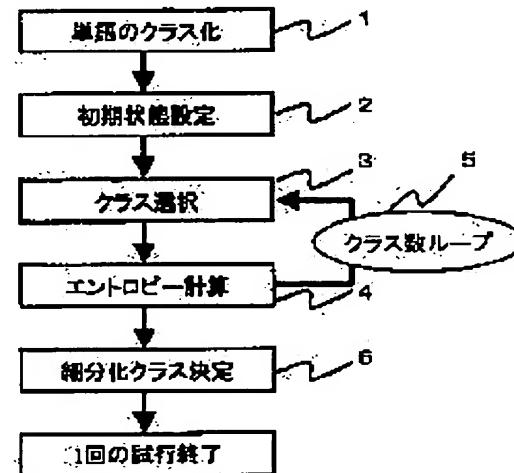
(22)Date of filing : 15.07.1999 (72)Inventor : KUDO TAKAHIRO  
WAKITA YUMI

## (54) CLASS DETERMINING METHOD FOR LANGUAGE MODEL, VOICE RECOGNITION DEVICE, AND PROGRAM RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate a class which is free from redundancy and has generality by determining respective classes while making them correspond to respective nodes which do not always have the same layer depth suitable for classing as to thesaurus information wherein words are classified hierarchically in tree structure.

**SOLUTION:** As an initial state, respective words are classified into classes which are in the shallowest layer, i.e., have the highest degree of abstraction (1, 2). At this time, the number of the classes is the least. Then one class is selected out of those classes (3), the layer of the thesaurus is made one layer deeper to increase the number of classes, and entropy is calculated (4). The selected class is put back and similar trial is carried out for all the classes (6); and the class where the entropy decreases most through fractionation is determined and the fractionation is carried out. The respective classes which are thus determined correspond to nodes in layers of different depth of the thesaurus information generally by the classes.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

This Page Blank (uspto)

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-34287

(P2001-34287A)

(43)公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(51)Int.Cl.  
G 1 0 L 15/18

識別記号

F I  
G 1 0 L 3/00

テマコード(参考)  
5 3 7 D 5 D 0 1 5

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平11-202307

(22)出願日 平成11年7月15日 (1999.7.15)

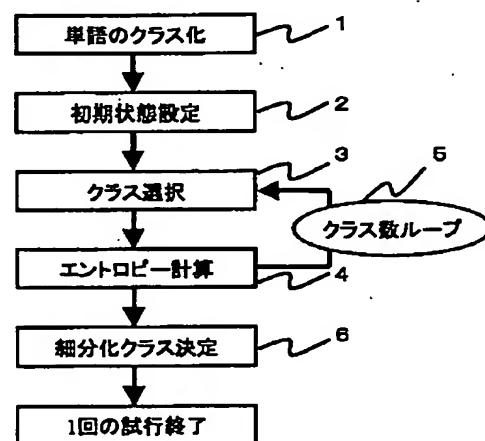
(71)出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72)発明者 工藤 貴弘  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 脇田 由実  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74)代理人 100092794  
弁理士 松田 正道  
F ターム(参考) 5D015 HH04 HH13 HH22

(54)【発明の名称】 言語モデルにおけるクラス決定方法、音声認識装置及びプログラム記録媒体

(57)【要約】

【課題】 言語モデルの一つであるクラスN-gram構築において、従来方法では、クラス化のための属性が不十分であり、また作成されたクラスの細分化のレベルは、個々のクラスにとって決して適切なものではなかったため、クラスによって単語、クラスとの接続性という観点からは冗長であったり、一般性を欠いていたりするものであった。

【解決手段】 シソーラス情報を下層側にトレース展開していく、所定の基準に基づきそのトレース展開を停止させ、その際の未分岐の各ノードを各クラスに対応つけることによってクラスを決定し、そのトレース展開とは、それまでのトレース展開した各ノードのうち未分岐のノードすべてのうち次の分岐のエントロピーが最も小さいノードのみをトレース展開していくことである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単語が階層的に木構造に分類されているシソーラス情報のノードのうち、クラス化に適した階層の深さが、全て同じとは限らない各ノードに対応付けて各クラスを決定することを特徴とする言語モデルにおけるクラス決定方法。

【請求項2】 前記各クラスは、エントロピーの値を評価尺度として決定されることを特徴とする請求項1記載の言語モデルにおけるクラス決定方法。

【請求項3】 前記決定は、シソーラス情報を下層側にトレース展開していく、所定の基準に基づきそのトレース展開を停止させ、その際の未分岐の各ノードを各クラスに対応つけることによって行われ、そのトレース展開とは、それまでのトレース展開した各ノードのうち未分岐のノードすべてのうち次の分岐のエントロピーが最も小さいノードのみをトレース展開していくことを特徴とする請求項2記載の言語モデルにおけるクラス決定方法。

【請求項4】 前記所定の基準とは、未分岐のノードの数が予め決められた数になることを特徴とする請求項3記載の言語モデルにおけるクラス決定方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の言語モデルにおけるクラス決定方法によって決定されたクラスから作成されたクラスN-gramモデルを格納する言語モデル格納手段と、

音声を入力する音声入力手段と、

前記言語モデルを利用して、前記入力された音声の音声認識を行う音声認識手段と、

前記音声認識の結果をテキストとして出力する出力手段とを備えたことを特徴とする音声認識装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の言語モデルにおけるクラス決定方法または音声認識装置を構成する各ステップまたは各手段の、全部または一部の機能をコンピュータで実行させるためのプログラムを格納していることを特徴とするプログラム記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、言語解析、言語理解、音声認識等で用いられる言語モデルにおけるクラス決定手法及び決定されたクラスを元に構築された言語モデルを用いて音声認識を行う音声認識装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 以下、従来の技術を音声認識用の統計的言語モデルの一つであるクラスN-gramモデルの構築法について述べる。

【0003】 従来のクラスN-gramモデルの構築法では、クラスを作成するための属性として、品詞情報や単語の出現頻度などの情報を用いるものがある(例えば政瀧、松永、匂坂:信学技報SP95-73)。

【0004】 この方法は、まず単語を品詞クラスに分類し、そのなかで隣接共起頻度の最も高い単語から順にクラスから分離して1単語で1クラスを構成させ、単独で扱うことにより、予測性能の向上をねらったものである。例えば図6の例では、「赤い」という語に続く名詞として「りんご」、「ほっぺ」、「血」がそれぞれ図のような隣接共起頻度で出現しているとする。この中で、「赤い」に「りんご」が隣接共起する確率は80%であり、最も接続しやすいとすると、「りんご」を名詞クラス7

10 から分離して単語単体で扱うことになる。つまり名詞クラスから分離された「りんご」は単語単体でクラスを構成する。このようにして作成されたクラスが隣接して共起する頻度をクラス対とともに記述することによりクラスN-gramモデルを作成することが出来る。

【0005】 またシソーラス情報を用いることで品詞情報のみを用いたクラス化に比べてより細分化されたクラスを構築しているものがある(安藤、他:日本音響学会論文集平成9年秋季)。シソーラスとは単語を体系的に木構造分類したものであり、どの階層においても、同一クラスに属する各単語はその用例、意味が類似したものであると捉えることができる。

【0006】 この方法では、シソーラスの各枝の階層の深さ、つまり細分化レベルはみな一様として扱われている。例えばシソーラス情報の3階層目の分類に対応させてクラスを決定するなど、クラス決定に使用するシソーラス情報の階層の深さは一定として扱われている。

【0007】 そして、未学習語に対してもその語の持っているシソーラス情報から、その語の属するクラスを決定しようとしている。

30 【0008】 シソーラス情報から作成されたクラスが隣接して共起する頻度をクラス対とともに記述することによりクラスN-gramモデルを作成することが出来る。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 クラスを作成するための属性として、品詞情報や単語の出現頻度などの情報を用いる方法は、いかに高い隣接共起頻度で出現する単語であっても1つのクラスに1単語しか含まれないクラスが多く生成されると、特に内容語(名詞、動詞、形容詞、形容動詞、副詞、連体詞、感動詞、接続詞等)における隣接単語との接続の一般性が排除されてしまい、クラス数の増加の割には音声認識性能が向上しない。

【0010】 ここで、隣接単語との接続の一般性が排除されると、以下のことを意味する。すなわち、隣接共起頻度が極めて高い単語は、1単語で1クラスを構成させることで予測性能が向上するが、所定のクラス数までクラス分離を行うと、決して十分な頻度を持っていない単語(Aとする)まで1単語で1クラスを構成させるという場合が多くなる。単語Aと隣接する単語またはクラス(これをDとする)にとっては、単語Aと単語Aと同様な接続をする単語B、単語C等を同一クラスとして扱

ったほうが効率が良い場合がある。つまり単語Aを単独で1クラスを構成させることにより、Dと単語Aとの特化した接続が分離され、A、B、Cという類似した接続関係を持つ単語群と、Dとの一般性を持った隣接関係が排除されることになる。

【0011】また分離されなかったその他の多くの単語は品詞という非常に大きな枠組みで残されているが、元来品詞という枠組みは語の接続性を考慮して作られたものではないため、次単語を予測するという音声認識のために用いるには非常に冗長なものになってしまいます。そのため、クラスをさらに細分化してそのような冗長性を排除する必要がある。

【0012】ここで、冗長とは、以下のことを意味する。すなわち、例えば、形容詞「たくましい」に接続する名詞としては「腕」、「男」等があるが、同じ名詞の「カップ」は接続しないと考えられる。品詞によるクラス化を考えた場合、「カップ」の接続性は「腕」、「男」とは異なるにもかかわらず、この3つの名詞は同一のクラスに接続されてしまうので、品詞によるクラス化は冗長である。もちろん名詞は、普通名詞、数詞、サ変名詞、形容名詞などに細分化することはできる。しかし、「腕」と「カップ」の違いは単に品詞を細分化するだけでは明確にできない。つまり冗長とは、このように隣接単語と接続しない単語までが同一クラスに割り当てられてしまうということを意味する。

【0013】また、シソーラス情報を用いているだけの方法では、各枝の階層の深さが一様として扱われているが、実際に話し言葉、書き言葉等で単語が使用される場合にはそれら適切な階層の深さが全ての枝において一様である保証はなく、またシソーラスの体系自体も分類の仕方によって様々であるため、適切な階層の深さを決定しなければならないという問題が存在する。そのため、あるクラスは必要以上に細分化されてしまい一般性を十分に持たないものであり、別のクラスは細分化が十分に進んでおらず冗長性を含んだもの、という結果に陥ってしまう。

【0014】以上のように従来の方法ではクラスから冗長性を排除することができなかったり、また1単語というあまりに特化されたクラスであるために一般性、汎用性に欠けたクラスしか生成することができなかった。

【0015】そこで冗長性を除くための新たなクラス化のための情報を付加し、かつ一般性をもった最適なクラスを生成する方法が必要である。

【0016】本発明は、上記の課題を考慮し、冗長性を除き、かつ一般性をもったクラスを生成する言語モデルにおけるクラス決定方法及び音声認識装置を提供することを目的とするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、第1の本発明（請求項1に対応）は、単語が階

層的に木構造に分類されているシソーラス情報のノードのうち、クラス化に適した階層の深さが、全て同じとは限らない各ノードに対応付けて各クラスを決定することを特徴とする言語モデルにおけるクラス決定方法である。

【0018】また、第2の本発明（請求項2に対応）は、前記各クラスは、エントロピーの値を評価尺度として決定されることを特徴とする第1の本発明に記載の言語モデルにおけるクラス決定方法である。

10 【0019】また、第3の本発明（請求項3に対応）は、前記決定は、シソーラス情報を下層側にトレース展開していき、所定の基準に基づきそのトレース展開を停止させ、その際の未分岐の各ノードを各クラスに対応付けることによって行われ、そのトレース展開とは、それまでのトレース展開した各ノードのうち未分岐のノードすべてのうち次の分岐のエントロピーが最も小さいノードのみをトレース展開していくことを特徴とする第2の本発明に記載の言語モデルにおけるクラス決定方法である。

20 【0020】また、第4の本発明（請求項4に対応）は、前記所定の基準とは、未分岐のノードの数が予め決められた数になることを特徴とする第3の本発明に記載の言語モデルにおけるクラス決定方法である。

【0021】また、第5の本発明（請求項5に対応）は、第1～4の本発明のいずれかに記載の言語モデルにおけるクラス決定方法によって決定されたクラスから作成されたクラスN-gramモデルを格納する言語モデル格納手段と、音声を入力する音声入力手段と、前記言語モデルを利用して、前記入力された音声の音声認識を行う音声認識手段と、前記音声認識の結果をテキストとして出力する出力手段とを備えたことを特徴とする音声認識装置である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0023】（第1の実施の形態）まず、第1の実施の形態について説明する。

【0024】はじめにシソーラス情報について説明する。図5は、国立国語研究所によって作成されたシソーラス情報の例である。これらは、「1. 3人間活動、精神及び行為」というカテゴリに属するシソーラス情報である。図5の例では、シソーラス情報の各単語は5桁のコードを有し、このコードによって、各単語がカテゴリに分類されている。簡単のため、「1. 3823建築」、「1. 3830運輸・交通・通信」、「1. 3831医療」という3つの単語に限定して考える。コードの上位から4桁でこれらの単語を見てみると、「建築」は「1. 382」、「運輸・交通・通信」と「医療」は「1. 383」となり、二つのカテゴリにわかれ。さらにもう一桁とって、5桁で考えると、3つのカテゴリ

にわかれる。このように、シソーラス情報の各単語はコードによって木構造に分類されている。

【0025】本実施の形態では、このようなシソーラス情報の各カテゴリに属する単語に対応させてクラスを決定する。すなわち、上記の例で、上位4桁までのコードでは、二つのカテゴリにわかれた。これに対応して、「建築」、「運輸・交通・通信」からなるクラスと、「医療」からなるクラスが得られる。また、上位5桁までのコードでは、三つのカテゴリにわかれたので、これに対応して、三つのクラスが得られる。本実施の形態では、このようにシソーラス情報のノードに対応させてクラスを作成する。

【0026】図1は本発明の請求項1～4に係る言語モデルにおけるクラス決定方法のブロック図である。本実施の形態では、シソーラス情報の各ノードに対応させてクラスを決定する。

【0027】まず初期状態として各単語を、シソーラス情報を用いて最も階層の浅い、つまり最も抽象度の高いクラスに分類しておく(1、2)。このとき、クラス数は最も少ない状態にある。次に、それらのクラスの中から3においてクラスを1つ選択し、シソーラスの階層を1階層深くしてクラス数を増加させ、4でエントロピーを計算する。ただし、エントロピーは下の数1のHで計算する。

【0028】

【数1】

$$H = \sum_i P_i \log P_i$$

$$P_i = P(c) \times P(w)$$

$$P(c) = \frac{N(c_i, c_j)}{N(c_i)}$$

$$P(w) = \frac{N(w)}{N(c_i)}$$

ただし、 $P(c)$ ：クラス間の遷移確率

$N(c_i)$ ：クラス  $c_i$  の出現頻度

$N(c_i, c_j)$ ：クラス  $c_i$  と  $c_j$  が隣接して出現する頻度

$P(w)$ ：クラス内の単語出現率

$w$ ：クラス  $c_i$  に属する単語

【0029】選んだクラスをもとに戻して同様の試行を全てのクラスに対して行い(5)、6で、細分化することでエントロピーが最も減少するクラスを決定し細分化させる。

【0030】例えば図2であれば、現在のクラスが斜線を付した丸で示した状態まで細分化されているとしたとき、そのクラスのうちクラス113を展開した場合が最もエントロピーが減少したとすると、図2のようにクラス113が1階層深くなり細分化される。ここで、図2で、クラスの後に賦された数字(例えばクラス113の113など)は、シソーラス情報の各単語に与えられたコードの一部を表している。

【0031】そしてこの状態を次ステップの初期状態と

して、目的のクラス数になるまで同様の試行を繰り返す。

【0032】このようにして決定される各クラスは、従来の技術とは異なり、一般にクラス毎にシソーラス情報の異なる深さの階層のノードに対応している。

【0033】本発明方法の性能を評価するため、ターゲットとなる単語を名詞のみに絞り、従来方法2つと比較実験を行った。従来方法は

(I)名詞すべてを1クラスにまとめた状態を初期状態とし、名詞の中で隣接共起確率の最も高い単語から1つずつ順に名詞クラスから分離させ、独立したクラスを形成していく。

(II)名詞のシソーラス階層の最も浅い状態を初期状態とし、シソーラスの意味階層を1階層ずつ一様に深くする。

の2つである。

【0034】図3にそれらの方法についてクラス数とバーブレキシティの関係を示す。バーブレキシティとは次単語の予測のし易さを示す尺度で、エントロピーをもとに計算される。言語モデルの評価は一般に少ないクラス数で低いバーブレキシティの値を示すものが性能のよいモデルである。

【0035】すなわち、一般にクラス数の多いもの(極端な例が単語N-g r a mモデル)では、すべての単語に対して出現頻度は十分に大きい値を得ることは出来ず、信頼できる統計データを得るには大規模なコーパスが必要になる。ところが、単語を数単語ずつまとめてクラス化を行い、クラス数を少なくした場合、パラメータ数は少なくなり、クラスとしての出現頻度はそのクラスに含まれる単語の出現頻度の総和となるため、統計的に信頼できる値を得やすい。従って、少ないクラス数で低いバーブレキシティの値を示すモデルが性能が良いと言える。

【0036】図3より本発明の方法は、特に少ないクラス数においてバーブレキシティの値が最も効率よく減少しており、従来方法よりも性能がよいことが分かる。

【0037】クラス化にシソーラス情報を付加することでクラスの冗長性をなくし、シソーラスの階層の深さを一様としないことで一般性を保ったクラスを生成できたということが言える。

【0038】すなわち、図3の意味することを具体例を用いて説明する。例えば、図6の例を変更して、「赤い」という形容詞に続く名詞クラスのメンバとして、「ほっぺ」が100回、「りんご」が20回、「トマト」が15回、「血」が10回、それぞれ接続するとする。

【0039】このとき、隣接頻度の高い単語を単独クラスとして扱うと、極めて出現数の多い「ほっぺ」は単独で1クラスを構成することにより性能がよくなる。ところが所定のクラス数までクラスの分離を繰り返していく

と、飛び抜けて出現数の多くない単語の「りんご」や「トマト」も単独でクラスとして扱われるようになる。「りんご」や「トマト」の出現数は少ないので統計的に信頼できる確率として扱うことはできない。また「赤い」以外のそれぞれの単語が接続する単語も、単語によってばらばらである可能性が高い。

【0040】そのため、こういった出現数のあまり多くない単語は、数語まとめてクラスを構成する方が性能が良くなると考えられる。つまり、このように大きな枠組みでクラス化を行うと、「クラスAとクラスBは一般的に接続しやすい」と捉えることが出来る。このような、一般性を保ったクラスは、シソーラスの階層の深さを一様としないことで生成することが出来る。

【0041】また、「りんご」、「トマト」、「血」からなるクラスについて考えた場合、「赤い」との接続のしやすさは同程度であっても、他の単語（例えば「おいしい」）との接続では必ずしも同様の接続をするわけではない。「りんご」、「トマト」のクラスと「血」のクラスは別々のクラスであった方が良い。つまり、これら3単語からなるクラスは冗長であると考えられる。ところが品詞情報という枠組みではこれらを差別化することは出来ない。

【0042】これらの差別化は、クラスを決定する際にシソーラス情報を利用することにより可能となり、クラスの冗長性をなくすことが出来る。

【0043】（第2の実施の形態）次に、第2の実施の形態について説明する。

【0044】本実施の形態では、第1の実施の形態で作成したクラスを用いて構築した言語モデルにより音声認識を行う音声認識装置について説明する。

【0045】図4は本発明の請求項5に係る音声認識装置のブロック図である。

【0046】音声認識装置は、マイクロフォン41、音声認識手段42、音響モデル43、言語モデル記憶手段44、出力手段45から構成される。

【0047】マイクロフォン41は、音声を入力する手段である。音声認識手段42は、音響モデル43と言語モデル記憶手段44に格納されている言語モデルを利用して、入力された音声を連続単語列に変換する手段である。出力手段45は、言語記号をテキストに変換して出力する手段である。

【0048】なお、本実施の形態のマイクロフォン41は本発明の音声入力手段の例であり、本実施の形態の言語モデル記憶手段44は本発明の言語モデル格納手段の例である。

【0049】次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0050】まず、第1の実施の形態で説明した言語モデルにおけるクラス決定方法によって決定したクラスからクラスN-gramモデルを作成する。すなわち、ク

ラス対とともにそのクラス対が隣接共起する頻度を記述する。さらに、クラスの出現総数を表すクラスのuni-gram値、クラスに含まれる単語をIDなどで表したクラス内の単語情報、単語の出現数も記述する。作成したクラスN-gramモデルは、言語モデル記憶手段44に予め格納しておく。

【0051】次に音声認識を行う際の動作を説明する。発声された音声は、マイクロフォン41から入力され、音声認識手段42に入力される。音声認識手段42は、

10 言語モデル記憶手段44に格納されている言語モデルにより、時系列にそって順次認識単語候補が予測される。予め学習されている音響モデル43と入力音声との距離値をベースとした音響スコアとクラスN-gramによる言語スコアとの和を認識スコアとし、Nbest-searchにより認識候補である連続単語列が決定される。このように決定された連続単語列は、出力手段45に入力され、テキストとして出力される。

【0052】このように、第1の実施の形態で説明した言語モデルにおけるクラス決定方法で決定したクラスから作成した言語モデルを用いて音声認識を行うことにより、高性能な音声認識を行うことが出来る。

【0053】なお、本発明の言語モデルにおけるクラス決定方法または音声認識装置を構成する各ステップまたは各手段の、全部または一部の機能をハードウェアによって実現しても構わないし、コンピュータのプログラムによってソフトウェア的に実現しても構わない。

【0054】さらに、本発明の言語モデルにおけるクラス決定方法または音声認識装置を構成する各ステップまたは各手段の、全部または一部の機能をコンピュータで実行させるためのプログラムを格納していることを特徴とするプログラム記録媒体も本発明に属する。

【0055】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、請求項1～4の本発明は、従来の方法の問題点であったクラスの冗長性の存在と、一般性の欠如という二つの点を補い、高性能な言語モデルを構築することができる言語モデルにおけるクラス決定方法を提供することが出来る。

【0056】また、請求項5の本発明は、高性能な音声認識を行うことが出来る音声認識装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における言語モデルにおけるクラス決定方法のブロック図

【図2】本発明の第1の実施の形態におけるクラスの細分化を示す図

【図3】本発明の言語モデルにおけるクラス決定方法と従来の言語モデルにおけるクラス決定方法の性能を比較した図

50 【図4】本発明の第2の実施の形態における音声認識装

置の構成を示すブロック図

【図5】シソーラス情報の例を示す図

【図6】従来の言語モデルにおけるクラス決定方法でクラスを分離する例を示す図

【符号の説明】

- 1 単語のクラス化ステップ
- 2 初期状態設定ステップ
- 3 細分化クラス候補選択ステップ
- 4 エントロピー計算ステップ

\* 5 ループ回数を表すクラス数

6 細分化クラス決定ステップ

7 名詞クラスと名詞クラスに含まれる単語

4 1 マイクロフォン

4 2 音声認識手段

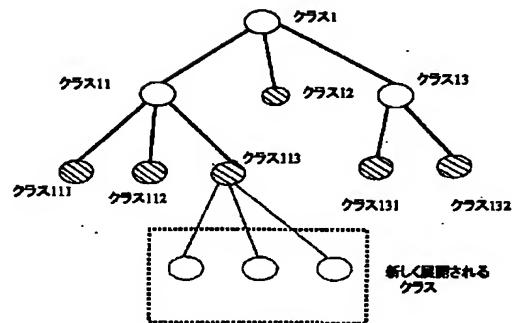
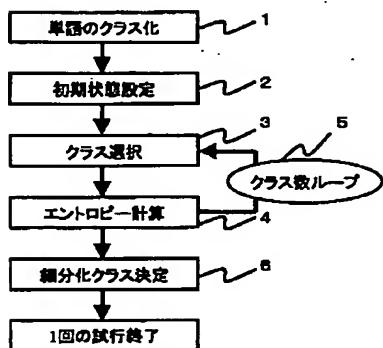
4 3 音響モデル

4 4 言語モデル記憶手段

4 5 出力手段

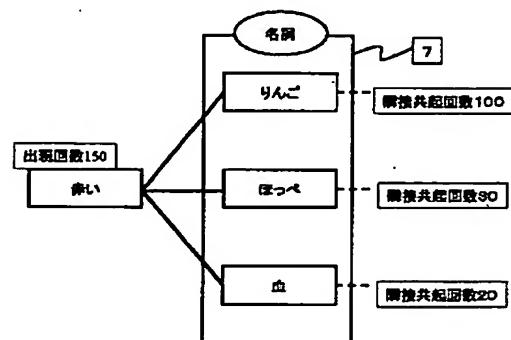
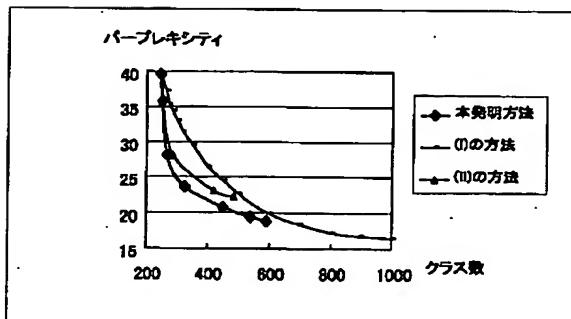
【図1】

【図2】

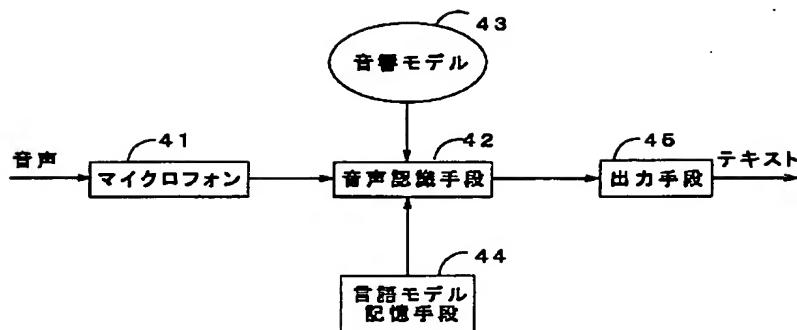


【図3】

【図6】



[図4]



[図5]

This Page Blank (uspto)

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

*This Page Blank (uspi),*